



## SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

### EXERCICE 1 (04 points)

La tyrosine est l'un des composés organiques participant à la biosynthèse des protéines. Elle intervient dans la synthèse de la mélanine, le pigment naturel de la peau et des cheveux. Elle est considérée comme un antioxydant et a aussi une action sur la dépression ou l'anxiété.

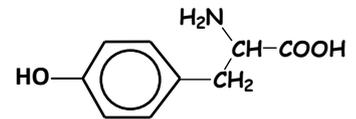
Dans ce qui suit, on se propose de retrouver la formule brute de la tyrosine que l'on peut noter  $C_xH_yO_zN_t$  et d'étudier quelques unes de ses propriétés chimiques.

**1.1** La combustion de 648 mg de tyrosine donne 1,42 g de dioxyde de carbone et 354 mg d'eau. On suppose que l'hydrogène du composé est complètement oxydé en eau et le carbone en dioxyde de carbone.

A partir des résultats de cette combustion, calculer les pourcentages massiques de carbone et d'hydrogène dans la tyrosine. En déduire la formule brute de la tyrosine sachant que sa molécule contient un seul atome d'azote et que sa masse molaire est de  $181 \text{ g.mol}^{-1}$  (0,5 pt).

**1.2** La formule semi-développée de la tyrosine est écrite ci-contre :

Recopier la formule et encadrer le groupe fonctionnel caractéristique des acides  $\alpha$  aminés présent dans la molécule de tyrosine.



(0,5 pt).

**1.3** Dans la suite on adopte pour la formule semi-développée de la tyrosine l'écriture simplifiée  $\mathcal{R}-\text{CH}_2-\text{CHNH}_2-\text{COOH}$  et on suppose que le groupement  $\mathcal{R}$  ne participe à aucune réaction.

**1.3.1** Montrer que la molécule de tyrosine est chirale puis donner les représentations de Fischer des configurations L et D de la tyrosine. (0,75 pt).

**1.3.2** En solution aqueuse, la tyrosine existe sous la forme d'un amphion.

Ecrire la formule semi-développée de l'amphion et indiquer les couples acide/base qui lui correspondent. (0,25 pt).

**1.3.3** En solution aqueuse, il existe une valeur de pH appelé pH du point isoélectrique, notée  $\text{pH}_i$ , où la concentration de l'amphion est maximale. Les  $\text{pK}_a$  des couples acide/base associés à l'amphion ont les valeurs  $\text{pK}_{a1} = 2,2$  et  $\text{pK}_{a2} = 9,1$ .

Etablir la relation entre  $\text{pH}_i$ ,  $\text{pK}_{a1}$  et  $\text{pK}_{a2}$ . En déduire la valeur de  $\text{pH}_i$  pour la tyrosine. (0,75 pt).

**1.3.4** On désire synthétiser un dipeptide à partir de la tyrosine et de l'alanine de formule  $\text{CH}_3-\text{CHNH}_2-\text{COOH}$ .

- Indiquer le nombre de dipeptides qu'on peut théoriquement obtenir à partir d'un mélange de tyrosine et d'alanine. (0,5 pt).
- Indiquer les différentes étapes de la synthèse du dipeptide tyrosine-alanine où la tyrosine est N-terminal. (0,75 pt).

On donne les masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $M(\text{O}) = 16$  ;  $M(\text{N}) = 14$  ;  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{H}) = 1$

### EXERCICE 2 (04 points)

**Donnée** : Volume molaire gazeux dans les conditions de l'expérience  $V_0 = 24 \text{ L.mol}^{-1}$ .

En travaux pratiques, un groupe d'élèves se propose d'étudier la cinétique de la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer. Pour cela, ils introduisent, dans un ballon, de la poudre de fer en excès avant d'ajouter 50 mL d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Ils mesurent ensuite le volume  $V$  de dihydrogène formé au cours du temps tout en maintenant constante la température du milieu réactionnel. Enfin ils déterminent la concentration molaire des ions hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$  restant dans la solution dont le volume  $V_s = 50 \text{ mL}$  est considéré comme constant. L'équation-bilan de la réaction s'écrit :  $\text{Fe} + 2\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**2.1** Montrer qu'il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction ; pour cela retrouver l'équation-bilan à partir de demi-équations électroniques et préciser les couples rédox mis en jeu. (0,5 pt)

**2.2.** En tenant compte de l'équation-bilan, montrer que la concentration des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  restant en solution à une date  $t$ , s'écrit :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1(1 - \frac{V}{60})$  avec  $V$  volume du dihydrogène formé, en mL, à la date considérée. **(0,5 pt)**

**2.3.1.** Recopier le tableau de mesures ci-dessous, le compléter et tracer la courbe

$[\text{H}_3\text{O}^+] = f(t)$  en utilisant l'échelle : 1 cm  $\rightarrow$  5 min ; 1 cm  $\rightarrow$   $1 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>. **(0,75 pt)**

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	75	90
V (mL)	0,0	15,0	22,0	26,0	28,0	29,5	30,0	31,0	32,0
$[\text{H}_3\text{O}^+]$ en $10^{-2}$ mol/L									

**2.3.2.** Définir la vitesse instantanée volumique de disparition des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  à une date  $t$ . **(0,25 pt)**

**2.3.3.** Déterminer graphiquement la vitesse instantanée volumique de disparition des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  à la date  $t_1 = 10$  min puis à  $t_2 = 75$  min. **(0,75 pt)**

**2.3.4.** Comment évolue la vitesse de disparition des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  au cours du temps ? Justifier l'évolution de cette vitesse. **(0,5 pt)**

**2.3.5.** Déterminer les quantités de matière des ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{H}_3\text{O}^+$  aux dates  $t_1 = 10$  min et  $t_2 = 75$  min. **(0,5 pt)**

Les résultats trouvés pour les ions hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$  sont-ils en accord avec la réponse à la question 2.3.4 ? **(0,25 pt)**

**EXERCICE 3 (03,5 points).**

Les satellites géostationnaires sont utilisés, entre autres, en télécommunication, en météorologie et dans le domaine militaire. Ils ont pour rôle de recevoir et de réémettre, vers une zone couvrant une partie de la surface terrestre, des signaux électromagnétiques.

Dans cet exercice, on se propose d'étudier le mouvement circulaire d'un satellite géostationnaire dans le référentiel géocentrique supposé galiléen et de déterminer la fraction de la surface terrestre couverte par le faisceau électromagnétique envoyé par un tel satellite.

**3.1.** Enoncer la loi de gravitation universelle puis donner, schéma à l'appui, sa formulation vectorielle. **(0,5 pt)**

**3.2.** En déduire l'expression vectorielle du champ de gravitation terrestre  $\vec{g}$  à l'altitude  $h$ . Etablir alors l'expression de  $g$  en fonction de sa valeur  $g_0$  au sol, de l'altitude  $h$  et du rayon  $R$  de la Terre. **(0,5 pt)**

**3.3.** Montrer que le mouvement du satellite géostationnaire est uniforme. **(0,5 pt)**

**3.4.** Etablir, en fonction de  $g_0$ ,  $R$  et  $h$ , l'expression de la vitesse  $v$  du satellite sur son orbite et celle de sa période  $T$ . **(0,5 pt)**

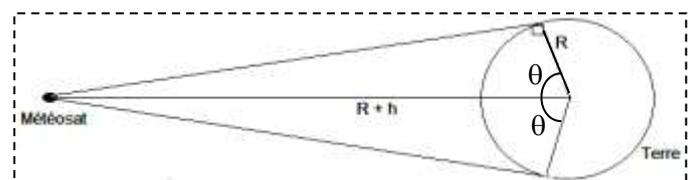
**3.5.** a) Qu'appelle-t-on satellite géostationnaire ? **(0,25 pt)**

b) Montrer, par un calcul, que l'altitude du satellite géostationnaire vaut  $h = 3,58 \cdot 10^4$  km. **(0,5 pt)**

**3-6** Météosat-8 est un de ces satellites géostationnaires.

**3-6-1** Calculer la fraction de la surface terrestre couverte par le faisceau électromagnétique envoyé par Météosat-8. **(0,5 pt)**

**3-6-2** Dire si les observations faites par Météosat-8 concernent toujours la même zone de la Terre ou non. **(0,25 pt).**



**On donne :**

- La surface  $S$  de la calotte sphérique de rayon  $R$ , vue sous l'angle  $2\theta$  depuis le centre de la Terre est donnée par :  $S = 2 \pi R^2 (1 - \cos \theta)$ .

- Rayon terrestre  $R = 6400$  km; période de rotation de la Terre sur elle-même  $T_t = 8,6 \cdot 10^4$  s

- Valeur du champ de gravitation terrestre au sol :  $g_0 = 9,8$  S.I

**EXERCICE 4 (04 points).**

Un dipôle est constitué de l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance  $R=100\ \Omega$ , d'une bobine d'inductance  $L = 1,0\ \text{H}$  et de résistance  $r = 8,5\ \Omega$  et d'un condensateur de capacité  $C$ . Aux bornes de ce dipôle un générateur basse fréquence, GBF, impose une tension sinusoïdale de fréquence  $N$  et de valeur efficace constante (figure 1). Un branchement convenable à l'oscilloscope permet de visualiser la tension  $u_R$  aux bornes du conducteur ohmique et la tension  $u_G$  aux bornes du générateur. On observe sur l'écran de l'oscilloscope, dans un ordre quelconque, les courbes (1) et (2) reproduites sur la figure 2. La sensibilité verticale, la même sur les deux voies, est de  $2,0\ \text{V} / \text{div}$ . Le balayage horizontale est de  $2\ \text{ms} / \text{div}$ .

**4-1** Déterminer l'amplitude de la tension correspondant à chaque courbe.

Des courbes (1) et (2), quelle est celle qui correspond à la tension  $u_G$  aux bornes du GBF ? Justifier la réponse. **(0,75 pt).**

**4.2** Reproduire la figure 1 sur la feuille de copie et faire figurer les branchements à l'oscilloscope permettant d'obtenir ces courbes. **(0,25 pt)**

**4-3** Déterminer la fréquence de la tension délivrée par le GBF. **(0,25 pt)**

**4-4** Calculer, en valeur absolue, la différence de phase entre la tension  $u_G(t)$  et l'intensité  $i(t)$  du courant électrique. Préciser la grandeur électrique en avance de phase. **(0,5 pt)**

**4-5** Etablir, en fonction du temps, les expressions de l'intensité du courant  $i(t)$  et de la tension  $u_G(t)$  délivrée par le GBF; la date  $t = 0$  correspond au point O de la figure 2. **(01 pt)**

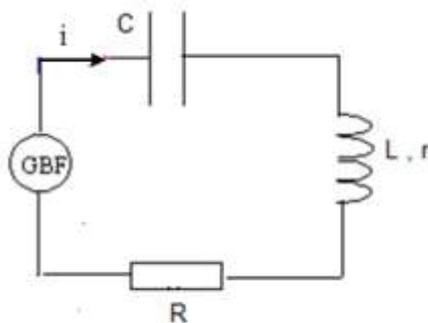


Figure 1

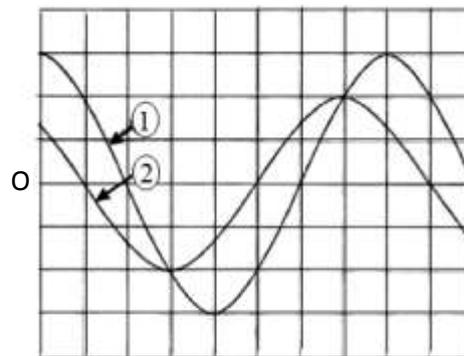


Figure 2

**4-5** Calculer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur. **(0,25 pt)**

**4-6** On règle la fréquence de la tension aux bornes du GBF de sorte que le circuit fonctionne en résonance d'intensité.

**4-6-1** Calculer la nouvelle valeur de la fréquence de la tension délivrée par le GBF. **(0,5 pt)**

**4-6-2** Représenter, qualitativement, l'allure des courbes observées sur l'écran de l'oscilloscope. **(0,5 pt).**

**EXERCICE 5 (04,5 points).**

*Face aux besoins sans cesse croissants en énergie électrique, les énergies renouvelables comme l'énergie solaire constituent une alternative très intéressante.*

*De nos jours, à partir de la lumière du Soleil, des panneaux solaires produisent de l'électricité en utilisant l'effet photoélectrique, phénomène mis en évidence par Hertz en 1887.*

*La maîtrise des réactions de fusion analogues à celles qui se produisent naturellement dans le Soleil et les étoiles est le grand défi du XXI<sup>ème</sup> siècle pour résoudre les problèmes d'énergie.*

**5.1** Définir l'effet photoélectrique. **(0,25 pt)**

**5.2** Pour étudier le phénomène en laboratoire, un expérimentateur utilise une lame de métal de fréquence seuil  $\nu_S$ . **(0,25 pt)**

**5.2.1** Définir la fréquence seuil. **(0,25 pt)**

**5.2.2** Lorsque le métal choisi est éclairé avec une lumière de fréquence  $\nu$ , l'énergie cinétique maximale des électrons est  $E_{c1} = 1,3\ \text{eV}$ . Quand on utilise une lumière de fréquence  $\nu' = 1,5\nu$  l'énergie cinétique maximale des électrons est  $E_{c2} = 3,6\ \text{eV}$ .

- a) Définir le travail d'extraction  $W_{\text{ext}}$  de l'électron pour un métal donné. (0,25 pt)
- b) Donner la relation qui existe entre la fréquence  $\nu$  de la lumière incidente, l'énergie cinétique maximale des électrons  $E_C$  et le travail d'extraction  $W_{\text{ext}}$ . (0,25 pt)
- c) En déduire la valeur du travail d'extraction du métal utilisé et celle de sa fréquence seuil. (0,5 pt)

**5.3** Des réactions de fusion nucléaire se produisent en permanence dans le cœur des étoiles. C'est ainsi que le Soleil rayonne de l'énergie dans l'espace, éclaire et chauffe la Terre. Actuellement, les scientifiques tentent de reproduire et de contrôler sur Terre ce type de réactions à partir du deutérium  ${}^2_1\text{H}$  naturel et abondant et du tritium  ${}^3_1\text{H}$ .

Dans un laboratoire, on provoque la réaction de fusion d'équation :  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^A_Z\text{X}$

**5.3.1.** Définir la réaction de fusion nucléaire. (0,25 pt)

**5.3.2.** Identifier la particule  ${}^A_Z\text{X}$  émise au cours de la réaction et préciser son nom. (0,5 pt)

**5.3.3** On s'intéresse à l'énergie libérée par cette réaction de fusion nucléaire.

- a) Calculer, en MeV puis en joule, l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium. (0,5 pt)
- b) En déduire l'énergie libérée lors de la formation de 1 kg d'hélium. Quelle serait la masse de pétrole qui fournirait la même quantité d'énergie ? Conclure. (0,75 pt)
- c) Sachant que 2,5% de l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium se transforme en rayonnement électromagnétique  $\gamma$  et le reste en une autre forme d'énergie  $W$
- préciser la forme de l'énergie  $W$ . (0,25 pt)
  - déterminer la valeur de la fréquence du rayonnement  $\gamma$  émis. (0,5 pt)

### Données

Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ; constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  ; charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Masses des noyaux :  $m({}^2_1\text{H}) = 2,01355 \text{ u}$  ;  $m({}^3_1\text{H}) = 3,01550 \text{ u}$  ;  
 $m({}^4_2\text{He}) = 4,00150 \text{ u}$  ;  $m({}^A_Z\text{X}) = 1,00866 \text{ u}$

Unité de masse atomique :  $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

Pouvoir calorifique du pétrole :  $42 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$  ;